

01-65-54
O 2 P 08237

(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

(12) Übersetzung der
europäischen Patentschrift
(87) EP 0 404 457 B1
(10) DE 690 21 139 T 2

(51) Int. Cl. 6
F 02 D 13/02
F 02 D. 41/22

B 3

- (21) Deutsches Aktenzeichen: 690 21 139.2
(86) Europäisches Aktenzeichen: 90 306 554.8
(86) Europäischer Anmeldetag: 15. - 6. 90
(87) Erstveröffentlichung durch das EPA: 27. 12. 90
(87) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 26. 7. 95
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 18. 4. 96

(30) Unionspriorität: (32) (33) (31)

15.06.89 JP 152847/89

(73) Patentinhaber:

Honda Giken K.K., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

Kohler Schmid + Partner, 70565 Stuttgart

(84) Benannte Vertragstaaten:

DE, GB

(72) Erfinder:

Seki, Yasunari, Wako-shi, Saitama-ken, JP;
Tachibana, Yosuke, Wako-shi, Saitama-ken, JP

(3)

(54) Methode zur Fehlererkennung für ein System zur Steuerung der Verstellung des Arbeitswinkels von Ventilen
in Brennkraftmaschinen.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die
Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das
erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und
zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist
(Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht
worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 690 21 139 T 2

Verfahren zum Detektieren eines Defekts eines Ventileinstellungs-Umstellungs-Steuersystems eines Verbrennungsmotors

Diese Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Detektieren eines Defekts eines Ventileinstellungs-Umstellungs-Steuersystems eines Verbrennungsmotors, welches die Ventileinstellung der Einlaß- und/oder Auslaßventile ändert.

Es ist herkömmlicherweise z.B. aus der japanischen Patentveröffentlichung (Kokoku) Nr. 49-33289 bekannt, einen Ventileinstellungs-Umstellungsmechanismus bereitzustellen, welcher die Ventileinstellung von Einlaß- und Auslaßventilen eines Verbrennungsmotors in Reaktion auf ein Instruktionssignal von einer Steuereinheit in Abhängigkeit der Betriebsbedingungen des Motors ändert. Überall in der Beschreibung und in den Ansprüchen bedeutet der Begriff "die Umstellung der Ventileinstellung" die Umstellung eines Ventilhubbetrags und/oder mindestens eine der Größen: Ventil-Öffnungsperiode und Ventilöffnungswinkel. Weiterhin beinhaltet "die Umstellung der Ventileinstellung" das Verhindern des Betriebs eines aus einer Mehrzahl von Einlaß- oder Auslaßventilen, die für jeden Zylinder des Motors in einem bestimmten Betriebsbereich des Motors bereitgestellt sind.

Bei einem solchen Motor, der die Ventileinstellung ändern kann, kann es sein, wenn der Ventileinstellungs-Umstellungsmechanismus defekt wird, daß selbst, wenn die Steuereinheit ein Instruktionssignal zum Umstellen der Ventileinstellung ausgibt, die Ventileinstellung trotz des Instruktionssignals nicht tatsächlich geändert wird. In diesem Fall werden andere Steuerungen (Kraftstoffzuführsteuerung, Zündeneinstellungssteuerung u.s.w.), die gemäß der Ventileinstellung ausgeführt werden, welche in Reaktion auf das Instruktionssignal gesteuert wird, nicht auf eine Weise ausgeführt, die für die tatsächlich gewählte Ventileinstellung geeignet ist, was eine verschlechterte Leistung des Motors, wie z.B. verschlechterte Fahrbarkeit zur Folge hat. Um dieses Problem zu lösen, wurde eine einen Defekt detektierende Vorrichtung zum Detektieren eines De-

fekts eines Ventileinstellungs-Umstellungsmechanismus in der japanischen vorläufigen Patentveröffentlichung (Kokai) Nr. 2-102310 von den vorliegenden Anmeldern vorgeschlagen.

Die vorgeschlagene einen Defekt detektierende Vorrichtung ist dazu geeignet, um einen Defekt eines Ventileinstellungs-Umstellungsmechanismus zu detektieren, welcher erste und zweite Nocken mit voneinander unterschiedlichen Profilen und erste und zweite Schwinghebel aufweist, auf welchen die erste bzw. zweite Nocke gleitet. Die Nocken zum Antreiben der Einlaß- und Auslaßventile werden zwischen den ersten und zweiten Nocken umgestellt, um hierdurch die Ventileinstellung zwischen der Niedriggeschwindigkeits-Ventileinstellung, die für einen niedrigeren Motordrehzahlbereich geeignet ist und einer Hochgeschwindigkeits-Ventileinstellung, die für einen höheren Motordrehzahlbereich geeignet ist, zu ändern. Die vorgeschlagene einen Defekt detektierende Vorrichtung basiert auf der Tatsache, daß, wenn die Ventileinstellung tatsächlich in Reaktion auf das Instruktionssignal von der Steuereinheit geändert wird, die Kontaktzustände zwischen der ersten und zweiten Nocke und dem entsprechenden ersten und zweiten Schwinghebel geändert werden. Ein Wert des elektrischen Widerstands zwischen den Schwinghebeln und einer Nockenwelle, auf welcher die Nocken integral gebildet sind, wird detektiert und auf der Basis des detektierten elektrischen Widerstandswerts und des Instruktionssignals wird detektiert, ob ein Defekt in dem Ventileinstellungs-Umstellungsmechanismus vorliegt.

Bei der vorgeschlagenen einen Defekt detektierenden Vorrichtung ist es jedoch erforderlich, eine Spannung zwischen der Nockenwelle und den Schwinghebeln anzulegen, um den Wert des elektrischen Widerstands zwischen diesen zu detektieren, so daß es erforderlich ist, die Nockenwelle und die Schwinghebel vom Zylinderblock des Motors elektrisch zu isolieren, was eine komplizierte Struktur des Motors zur Folge hat. Weiterhin müssen die Nocke und Schwinghebel aus Materialien gebildet sein, die einen höheren elektrischen Widerstand haben, wodurch die Probleme mit der effektiven Lebensdauer der Komponententeile und deren Herstellungskosten entstehen.

eines abnormalen Betriebs des Motors. In dieser Entgegenhaltung geht es jedoch nicht um das Detektieren eines Defekts in einem Ventileinstellungs-Umstellungs-Steuersystem.

Zusammenfassung der Erfindung

Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Detektieren eines Defekts eines Ventileinstellungs-Umstellungs-Steuersystems eines Verbrennungsmotors bereitzustellen, welcher einen Defekt des Systems auf einfache Weise durch Verwendung von Werten von Koeffizienten, die von einem Ausgangssignal eines Abgas-Bestandteil-Konzentrationssensors abhängen, der für eine Luft/Kraftstoffverhältnis-Rückkopplungssteuerung verwendet wird, eindeutig detektieren kann.

Um die obengenannte Aufgabe zu erzielen, ist gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung ein

Verfahren zum Detektieren eines Defekts eines Ventileinstellungs-Umstellungs-Steuersystems eines Verbrennungsmotors mit mindestens einem Einlaßventil, mindestens einem Auslaßventil, einem Auspuffsystem, mindestens einem Abgasbestandteil-Konzentrationssensor, der in dem Auspuffsystem zum Detektieren der Konzentration eines Abgasbestandteils angeordnet ist, und einer Steuereinrichtung zum Steuern des Luft/Kraftstoffverhältnisses eines Luft/Kraftstoffgemisches, das an den Motor geliefert wird, auf einen gewünschten Wert in Art einer Rückkopplung durch die Verwendung eines Koeffizienten, der in Reaktion auf ein Ausgangssignal des Abgasbestandteil-Konzentrationssensors variiert wird, wobei das Ventileinstellungs-Umstellungs-Steuersystem die Ventileinstellung von mindestens einem des mindestens einen Einlaßventils und des mindestens einen Auslaßventils in Reaktion auf ein Instruktionssignal zum Umstellen der Ventileinstellung in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen des Motors ändert. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß es die folgenden Schritte aufweist:

- (1) Erhalten eines vorbestimmten Werts des Koeffizienten durch Addieren von vorbestimmten Teilen von Werten des Koeffizienten, die während der Steuerung des Luft/Kraftstoffverhältnisses durch Rückkopplung erhalten wurden, wobei ein er-

ster gelernter Wert auf der Basis von Werten des Koeffizienten berechnet wird, die während der Steuerung des Luft/Kraftstoffverhältnisses durch Rückkopplung erhalten wurden, wobei der erste gelernte Wert als ein Anfangswert des Koeffizienten verwendet wird, wenn die Steuerung des Luft/Kraftstoffes durch Rückkopplung gestartet wird; und ein zweiter gelernter Wert wird auf der Basis von Werten des Koeffizienten, die während der Steuerung des Luft/Kraftstoffverhältnisses durch Rückkopplung mit einer Berechnungsgeschwindigkeit berechnet, die langsamer ist als eine für die Berechnung des ersten gelernten Werts verwendete Geschwindigkeit, wobei der zweite gelernte Wert als der genannte erhaltene vorbestimmte Wert angenommen wird;

(2) Vergleichen eines vorliegenden Werts des Koeffizienten mit dem erhaltenen vorbestimmten Wert sofort nachdem das Instruktionssignal ausgegeben wurde; und

(3) Ermitteln aus dem Ergebnis des Vergleichs, ob ein Defekt in dem Ventileinstellungs-Umstellungs-Steuersystem vorliegt, wobei bestimmt wird, daß ein Defekt in dem Ventileinstellungs-Umstellungssteuersystem vorliegt, wenn ein Unterschied zwischen dem vorliegenden Wert des Koeffizienten und dem erhaltenen vorbestimmten Wert größer ist als ein vorbestimmter Wert.

Weiterhin ist vorzugsweise der erhaltene vorbestimmte Wert des Koeffizienten ein Durchschnittswert der Werte des Koeffizienten, die während der Steuerung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses in Art einer Rückkopplung erhalten wurden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung hat der Verbrennungsmotor eine Mehrzahl von Zylindern, ein Auspuffsystem, eine Mehrzahl von Abgasbestandteil-Konzentrationsensoren, die in dem Auspuffsystem für entsprechende Zylinder zum Detektieren einer Konzentration eines Abgasbestandteils für jeden der Zylinder angeordnet sind, und eine Steuereinrichtung, um das Luft/Kraftstoffverhältnis eines Luft/Kraftstoffgemisches, das an jeden der Zylinder geliefert wird, durch Rückkopplung durch Verwendung von Koeffizienten, die in Reaktion auf ein Ausgangssignal von jedem der Abgasbestandteil-Konzentrationssensoren variiert werden, auf einen ge-

wünschten Wert zu steuern, wobei das Verfahren weiterhin die folgenden Schritte aufweist:

(4) Feststellen, ob ein vorliegender Wert jedes der Koeffizienten, die in bezug auf jeden der Zylinder in Reaktion auf ein Ausgangssignal jedes der Abgasbestandteil-Konzentrationsensoren entsprechend jedem der Zylinder erhalten wurde, außerhalb eines vorbestimmten Abweichungsbereichs von Werten des Koeffizienten von einem Referenzwert liegt, wobei die Abweichung aus Unterschieden in Charakteristiken zwischen den Zylindern resultiert; und

(5) Feststellen, daß eine Möglichkeit eines Defekts bei einem Teil eines Ventileinstellungs-Umstellungssteuersystems entsprechend jedem der Zylinder besteht, wenn der vorliegende Wert des Koeffizienten außerhalb des vorbestimmten Abweichungsbereichs liegt, wobei die Schritte (4) und (5) vor der Ausführung der Schritte (1) bis (3) ausgeführt werden.

Vorzugsweise ist der Referenzwert ein Durchschnittswert von Werten des Koeffizienten, die in bezug auf die entsprechenden Zylinder erhalten wurden.

Noch bevorzugter wird festgestellt, daß ein Defekt in dem Teil des Ventileinstellungs-Umstellungs-Steuerungssystems entsprechend des Zylinders besteht, wenn der vorliegende Wert des Koeffizienten über eine bestimmte Zeitspanne hinweg ständig außerhalb des vorbestimmten Abweichungsbereichs lag.

Eine Ausführungsform der Erfindung wird hier nur beispielhaft in bezug auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist ein schematisches Schaubild, das die gesamte Anordnung eines Kraftstoffzufuhr-Steuerungssystems zeigt, das mit einem Ventileinstellungs-Umstellungs-Steuerungssystem ausgestattet ist, an welchem das Verfahren zum Detektieren eines Defekts des Ventileinstellungs-Umstellungs-Steuerungssystems gemäß der Erfindung angewandt wird;

Fig. 2 ist ein Schaubild einer Einlaßventil-Betätigungs-Vorrichtung des Motors;

Fig. 2b ist ein Schaubild des Ventileinstellungs-Umstellungs-Steuerungssystems einschließlich der Vorrichtung der Fig. 2a;

Fig. 3 ist ein Flußdiagramm einer Hauptroutine zum Detektieren eines Defekts des Ventileinstellungs-Umstellungs-Steuersystems;

Fig. 4 ist ein Flußdiagramm einer Subroutine zum Vergleich zwischen K_{O_2} -Werten für Zylinder, welche bei einem in Fig. 3 erscheinenden Schritt ausgeführt wird;

Fig. 5 ist ein Flußdiagramm einer Subroutine zum Vergleich eines K_{O_2} -Werts mit einem K_{REFFS} -Wert, welche für jeden von allen Zylindern bei einem in Fig. 3 erscheinenden Schritt ausgeführt wird; und

Fig. 6 ist ein Schaubild des Verhältnisses zwischen K_{O_2} , K_{REFFS} , und K_{REF} , wenn ein Defekt in dem Ventileinstellungs-Umstellungs-Steuersystem vorliegt.

In bezug zuerst auf Fig. 1 ist die gesamte Anordnung eines Kraftstoffzufuhr-Steuersystems gezeigt, das mit einem Ventileinstellungs-Umstellungs-Steuersystem versehen ist, an welchem das Verfahren gemäß der Erfindung angewandt wird. In der Figur kennzeichnet das Bezugszeichen 1 einen Verbrennungsmotor der Art mit 4 Zylindern (1 bis 4) für Fahrzeuge mit Eigenantrieb, bei welchem zwei Paare von Einlaß- und Auslaßventilen für jeden Zylinder bereitgestellt sind. Mit dem Zylinderblock des Motors 1 ist ein Ansaugrohr 2 verbunden, quer zu dem ein Drosselventil 3 angeordnet ist. Ein Drosselventilöffnungs-(θ_{TH})-Sensor 4 ist mit dem Drosselventil 3 zum Erzeugen eines elektrischen Signals, das die gemessene Drosselventilöffnung anzeigt, und zum Zuführen desselben an eine elektronische Steuereinheit (im folgenden "die ECU" genannt) verbunden.

Kraftstoff-Einspritzventile 6, von denen nur eines gezeigt ist, sind in entsprechende verzweigte Rohre einer Ansaugleitung des Ansaugrohrs zwischen dem Zylinderblock des Motors 1 und dem Drosselventil 3 an Stellen eingesetzt, die geringfügig stromaufwärts von entsprechenden Einlaßventilen 30, in Figuren 2a und 2b gezeigt, liegen. Die Kraftstoff-Einspritzventile 6 sind mit einer nicht gezeigten Kraftstoffpumpe verbunden und elektrisch mit der ECU 5 verbunden, damit ihre Ventilöffnungsperioden durch Signale von dieser gesteuert werden.

Andererseits ist ein Ansaugrohr-Absolutdruck- (P_{BA}) - Sensor 8 in Verbindung mit dem Inneren des Ansaugrohres 2 an einer Stelle direkt stromabwärts des Drosselventils 3 mittels einer Leitung 7 verbunden, um der ECU 5 ein elektrisches Signal zuzuführen, welches den gemessenen Absolutdruck in dem Ansaugrohr 2 anzeigt. Ein Ansauglufttemperatur- (T_A) - Sensor 9 ist in das Ansaugrohr 2 an einer Stelle stromabwärts des Ansaugrohr-Absolutdruck-Sensors 8 eingeführt, um der ECU 5 ein elektrisches Signal, das die gemessene Ansauglufttemperatur T_A anzeigt, zuzuführen.

Ein Motor-Kühlmittel-Temperatur- (T_W) - Sensor 10, der aus einem Thermistor oder dergleichen gebildet sein kann, ist in dem Zylinderblock des Motors 1 angebracht, um der ECU 5 ein elektrisches Signal zuzuführen, das die gemessene Motor-Kühlmittel-Temperatur T_W anzeigt. Ein Motordrehzahl- (Ne) - Sensor 11 und ein Zylinder-Unterscheidungs- (CYL) - Sensor 12 sind so angeordnet, daß sie einer nicht gezeigten Nockenwelle oder Kurbelwelle des Motors 1 zugewandt sind. Der Motordrehzahlsensor 11 erzeugt einen Impuls als ein TDC- Signalimpuls bei jedem von vorbestimmten Kurbelwinkeln, jedes mal wenn die Kurbelwelle um 180 Grad rotiert, wohingegen der Zylinder-Unterscheidungssensor 12 einen Impuls bei einem vorbestimmten Kurbelwinkel eines bestimmten Zylinders des Motors erzeugt, wobei beide Impulse der ECU 5 zugeführt werden.

Mit den Zylindern 1 bis 4 sind entsprechende verzweigte Rohre 13₁ bis 13₄ einer Auspuffleitung eines Auspuffrohres 13 verbunden. Ein Drei-Wege-Katalysator 14 ist in dem Auspuffrohr 13 an einer Stelle stromabwärts der Auspuffleitung angeordnet, um hinsichtlich schädlicher Komponenten, wie HC, CO und NOx zu reinigen. Vier O₂-Sensoren 15₁ bis 15₄ als Abgasbestandteil-Konzentrationssensoren sind jeweils in den verzweigten Rohren der Auspuffleitung angebracht, um jeweils die Konzentration von Sauerstoff, der in Abgasen vorhanden ist, die von dem entsprechenden Zylinder in das entsprechende verzweigte Rohr der Auspuffleitung abgegeben werden, zu messen und ein elektrisches Signal, das die gemessene Sauerstoffkonzentration anzeigt, der ECU 5 zuzuführen.

Weiterhin sind mit der ECU 5 andere Motorbetriebsbedin-

gungs-Parametersensoren 16, wie z.B. ein atmosphärischer Drucksensor, elektrisch verbunden und Signale von diesen Sensoren werden der ECU 5 zugeführt.

Die ECU 5 hat eine Eingangsschaltung 5a, die die Funktionen hat, die Wellenformen von Eingangssignalen von verschiedenen Sensoren zu formen, die Spannungspegel der Sensorausgangssignale auf einen vorbestimmten Pegel einzustellen, die analogen Signale von Analogausgabesensoren in digitale Signale zu konvertieren und so weiter, eine zentrale Verarbeitungseinheit (im folgenden "die CPU" genannt) 5b, eine Speichereinrichtung 5c zum Speichern von verschiedenen Betriebsprogrammen, die in der CPU 5b ausgeführt werden, und zum Speichern von Ergebnissen von Berechnungen von diesen etc. und eine Ausgangsschaltung 5d, die ein Treibersignal an die Kraftstofffeinspritz-Ventile 6 ausgibt, auf.

Die CPU 5b arbeitet in Reaktion auf die oben erwähnten Signale von den Sensoren, um Betriebsbedingungen festzustellen, in welchen der Motor 1 arbeitet, wie z.B. ein Luft/Kraftstoffverhältnis-Rückkopplungs-Steuerungsbereich, zum Steuern des Luft/Kraftstoffverhältnisses in Reaktion auf die Sauerstoffkonzentration in Abgasen, und Steuerungsbereichen ohne Rückkopplung, und berechnet auf Basis der festgestellten Betriebsbedingungen die Ventilöffnungsperiode oder Kraftstofffeinspritzperiode T_{OUT} , über welche hinweg die Kraftstofffeinspritzventile 6 geöffnet werden müssen, durch Verwendung der folgenden Gleichung synchron zum Eingeben der TDC-Signalimpulse an die ECU 5:

$$T_{OUT} = T_i \times K_{O_2} \times K_1 + K_2 \dots \quad (1)$$

wobei T_i eine Grund-Kraftstofffeinspritzperiode der Kraftstofffeinspritzventile 6 darstellt, die festgestellt wird auf Basis der Motordrehzahl N_e und des Ansaugrohr-Absolutdruckes P_{BA} . K_{O_2} ist ein Luft/Kraftstoffverhältnis-Rückkopplungs-Steuerkorrektur-Koeffizient, dessen Wert in Reaktion auf die Sauerstoffkonzentration in den Abgasen während der Rückkopplungssteuerung festgestellt wird. Während der Motor sich in spezifischen Betriebsbedingungen befindet, die sich von dem Rück-

kopplungs-Steuerungsbereich unterscheiden, wird ein während der Rückkopplungssteuerung erhaltener Durchschnittswert K_{REF} (der erste gelernte Wert) der Werte des Koeffizienten K_{O_2} in einer Weise verwendet, die von jedem der spezifischen Betriebsbereiche abhängt. Weiterhin wird der Durchschnittswert K_{REF} als ein Anfangswert des Koeffizienten K_{O_2} verwendet, wenn der Motor von einem der spezifischen Betriebsbereiche in den Rückkopplungs-Steuerungsbereich wechselt. K_1 und K_2 stellen andere Korrekturkoefizienten bzw. Korrekturvariablen dar, die auf Basis von verschiedenen Parametern berechnet werden, die Betriebsbedingungen des Motors darstellen, wie z.B. die Motor-Kühlmitteltemperatur, Drosselventilöffnung, Ansauglufttemperatur u.s.w., auf solche Werte, um die Betriebscharakteristiken des Motors, wie z.B. Startfähigkeit, Kraftstoffverbrauch und Beschleunigungsfähigkeit in Abhängigkeit der Betriebsbedingungen des Motors zu optimieren.

Die ECU 5 liefert an jedes der Kraftstoffeinspritzventile 6 ein Treibersignal zum Öffnen desselben über die dargestaltete erhaltene Kraftstoffeinspritzperiode TOUT hinweg.

Fig. 2a zeigt eine Einlaßventil-Betriebsvorrichtung 20 zum Antreiben der Einlaßventile 30 jedes Zylinders des Motors 1. Eine nicht gezeigte Auslaßventil-Betriebsvorrichtung, die im wesentlichen dieselbe Konstruktion hat wie die Vorrichtung 20 ist für die Auslaßventile bereitgestellt. Die Einlaßventil-Betriebsvorrichtung 20 weist auf: eine Nockenwelle 21, die rotierend durch eine nicht gezeigte Kurbelwelle des Motors bei einem Geschwindigkeitsverhältnis von 1/2 relativ zu dem Motor angetrieben wird, eine Hochgeschwindigkeits-Nocke 24 und Niedriggeschwindigkeits-Nocken 22, 23, die an der Nockenwelle 21 befestigt sind, wobei die drei Nocken 22 bis 24 für jeden Zylinder vorgesehen sind, einen Schwingschaft 25, der sich parallel zu der Nockenwelle 21 erstreckt, erste und zweite Antriebs-Schwinghebel 26 und 27, und einen freien Schwinghebel 28, der schwenkbar an dem Schwingschaft 25 angebracht ist, wobei die drei Hebel 26 bis 28 für jeden Zylinder vorgesehen sind, und einen Verbindungs-Umstellungs-Mechanismus 29 (Ventileinstellungs-Umstellungsmechanismus), der in den entsprechenden Schwinghebeln 26, 27, 28 für jeden Zylinder, wie in

Fig. 2b gezeigt, angeordnet ist.

Fig. 2b zeigt ein Ventileinstellungs-Umstellungs-Steuer-
system mit der Vorrichtung der Fig. 2a. Wie in der Figur ge-
zeigt, weist der Verbindungs-Umstellungsmechanismus 29 einen
ersten Umstellungszapfen 31, der den ersten Antriebs-Schwing-
hebel 26 mit dem freien Schwinghebel 28 verbinden kann, einen
zweiten Umstellungszapfen 32, der den zweiten Antriebs-
Schwinghebel 27 mit dem freien Schwinghebel 28 verbinden kann,
einen Beschränzungszapfen 33 zum Beschränken der Bewegung des
ersten und zweiten Umstellungszapfens 31, 32 und eine Rück-
stellfeder 34 auf, die die Zapfen 31, 32, 33 in die Richtung
zwingt, in der sie von dem Schwinghebel gelöst werden.

Der erste Antriebs-Schwinghebel 26 ist darin mit einer
ersten Führungsbohrung 35 gebildet, die sich im wesentlichen
parallel zu dem Schwingschaft 25 erstreckt, wobei eines ihrer
Enden geschlossen ist und das andere Ende sich in eine Seiten-
fläche öffnet, die dem freien Schwinghebel 28 zugewandt ist.
Der erste Umstellungszapfen 31 ist gleitend in der ersten Füh-
rungsbohrung 35 angebracht und definiert eine hydraulische Öl-
kammer 36 zwischen einem ihrer Enden und dem geschlossenen En-
de der ersten Führungsbohrung 35. Weiterhin erstreckt sich ein
Durchgang 37 in den Schwinghebel 26 und den Schwingschaft 25
von der hydraulischen Ölkammer 36 und öffnet sich in einen Öl-
zufuhrdurchgang 38, der in dem Schwingschaft 25 so ausgebildet
ist, daß der Ölzufluhrdurchgang 38 permanent über den Durchgang
37 mit der hydraulischen Ölkammer 36 unabhängig von einer
Schwingbewegung des ersten Antriebs-Schwinghebels 26 in Ver-
bindung steht.

Der freie Schwinghebel 28 ist darin mit einem sich durch
den freien Schwinghebel 28 und parallel zu dem Schwingschaft
25 erstreckenden Führungsdurchgangsloch 39 an einer der ersten
Führungsbohrung 35 entsprechenden Stelle ausgebildet. Der
zweite Umstellungszapfen 32 ist gleitbar in dem Führungsdurch-
gangsloch 39 angeordnet, wobei eines seiner Enden an einer ge-
genüberliegenden Endfläche des ersten Umstellungszapfens 31
angrenzt.

Der zweite Antriebs-Schwinghebel 27 ist darin an einer
Stelle entsprechend dem Führungsdurchgangsloch 39 mit einer

zweiten Führungsbohrung 40 ausgebildet, welche sich parallel zu dem Schwinghebel 25 erstreckt, wobei eines ihrer Enden sich in Richtung des freien Schwinghebels 28 öffnet. Der Beschränkungszapfen 33 in Form einer Scheibe ist gleitend in der zweiten Führungsbohrung 40 angeordnet, so daß er am anderen Ende des zweiten Umstellungszapfens 32 anliegt. Weiterhin hat die zweite Führungsbohrung 40 eine Führungshülse 41, die darin angeordnet ist, in welcher eine axiale Stange 42, die koaxial und integral von dem Beschränkungszapfen 33 vorsteht, gleitend angeordnet ist. Die Rückstellfeder 34 ist zwischen der Führungshülse 41 und dem Beschränkungszapfen 33 angeordnet und zwingt die Zapfen 31, 32, 33 in Richtung der hydraulischen Ölkammer 36.

Bei dem wie oben aufgebauten Verbindungs-Umstellungsmechanismus 29 wird, wenn der Druck in der hydraulischen Ölkammer 36 steigt, der erste Umstellungszapfen 31 zu einer Bewegung in das Führungs durchgangsloch 39 gezwungen und gleichzeitig wird der zweite Umstellungszapfen 32 in die zweite Führungsbohrung 40 gezwungen, um die Schwinghebel 26, 27, 28 miteinander zu verbinden. Wenn der Druck in der hydraulischen Ölkammer 36 abnimmt, wird der erste Umstellungszapfen 31 durch die treibende Kraft der Feder 34 in eine Position zurückbewegt, in welcher ihre Endfläche, die an dem zweiten Umstellungszapfen 32 anliegt, in bezug auf die Position dem Zwischenraum zwischen dem ersten Antriebs-Schwinghebel 26 und dem freien Schwinghebel 28 entspricht und gleichzeitig wird der zweite Umstellungszapfen 32 in eine Position zurückbewegt, in welcher dessen Endfläche, die an dem Beschränkungszapfen 33 anliegt, positionsmäßig dem Abstand zwischen dem freien Schwinghebel 28 und dem zweiten Antriebs-Schwinghebel 27 entspricht, wodurch die Schwinghebel 26, 28, 27 sich voneinander lösen.

Der Ölzufluhr durchgang 38 in dem Schwingschaft 25 ist mit einer Ölpumpe 19 über ein Schaltventil 18 verbunden, welches arbeitet, um den Öldruck in dem Ölzufluhr durchgang 38 umzustellen und somit den Öldruck in der hydraulischen Ölkammer 36 des Verbindungs-Umstellungsmechanismus 29 zwischen einem hohen und niedrigen Niveau umzustellen. Das Schaltventil 18 ist mit ei-

nem elektromagnetischen Ventil 17 verbunden und die ECU steuert den Umstellungsbetrieb des Schaltventils 18 über das elektromagnetische Ventil 17.

Die Einlaßventil-Betriebsvorrichtung 20 des wie oben aufgebauten Motors 1 arbeitet auf die folgende Weise (außerdem arbeitet die Auslaßventil-Betriebsvorrichtung in ähnlicher Weise):

Wenn die ECU 5 ein Ventilöffnungs-Instruktionssignal an das elektromagnetische Ventil 17 aussendet, während der Motor in einem hohen Geschwindigkeitsbereich ist, öffnet sich das elektromagnetische Ventil 17, um hierdurch eine Öffnung des Schaltventils 18 zu bewirken, so daß der Öldruck in dem Ölzufluhrdurchgang 38 erhöht wird. Dadurch wird veranlaßt, daß der Verbindungs-Umstellungsmechanismus 29 bewirkt, daß die Schwinghebel 26, 27, 28 miteinander verbunden werden, wodurch die Hochgeschwindigkeitsnocke 24 die Schwinghebel 26, 27, 28 in Übereinstimmung betätigt (Fig. 2a zeigt diesen Zustand), um zu bewirken, daß jedes Paar von Einlaßventilen 35 sich bei einer Hochgeschwindigkeits-Ventileinstellung, bei der die Ventilöffnungsperiode und der Ventilhubbetrag größer sind, öffnet und schließt.

Wenn auf der anderen Seite die ECU 5 ein Ventilschließ-Instruktionssignal an das elektromagnetische Ventil 17 liefert, während der Motor in einem niedrigen Geschwindigkeitsbereich ist, werden das elektromagnetische Ventil 17 und abwechselnd das Schaltventil 18 geschlossen, um hierdurch den Öldruck in dem Ölzufluhrdurchgang 28 zu reduzieren. Dadurch wird bewirkt, daß der Verbindungs-Umstellungsmechanismus 29 betrieben wird, um die Schwinghebel 26, 27, 28 voneinander zu trennen, wodurch die Niedriggeschwindigkeits-Nocken 22, 23 die entsprechenden Schwinghebel 26, 27 betätigen, um zu bewirken, daß sich das Paar Einlaßventile 30 bei einer geringen Geschwindigkeits-Ventileinstellung, bei der die Ventilöffnungsperiode und der Ventilhubbetrag kleiner sind, öffnet und schließt.

Das einen Defekt detektierende Verfahren gemäß der Erfindung wird nun im folgenden in bezug auf die Figuren 3 bis 6 beschrieben.

Gemäß einem erfindungsgemäßen Verfahren wird für jeden Zylinder ein O₂-Sensor bereitgestellt und die Luft/Kraftstoffverhältnis-Rückkopplungssteuerung wird für jeden Zylinder unabhängig von den anderen Zylindern ausgeführt. Das erfindungsgemäße Verfahren basiert auf der Tatsache, daß, wenn die von dem Ventileinstellungs-Umstellungs-Steuersystem (im folgenden "das V/T-Steuersystem" genannt) zu steuernde Ventileinstellung bei einer Hochgeschwindigkeits-Ventileinstellung gehalten wird, da der Umstellungszapfen 31 in dem Führungs durchgangsloch 39 gehalten wird, was durch Ansammeln von Staub oder Metallpulver zwischen diesen bewirkt werden kann oder einer Drahtunterbrechnung zwischen der ECU 5, dem elektromagnetischen Ventil 17, dem Schaltventil 18 und dem Verbindungs-Umstellungsmechanismus 29, der Korrekturkoeffizient K_{O2}, der in bezug auf den Zylinder, der dem Halten der Ventileinstellung ausgesetzt ist, erhalten wird, einen Wert annimmt, der in großem Maße von einem normalen Wert abweicht, der während einer Ventileinstellung bei geringer Geschwindigkeit angenommen wird, wenn der Motor in Betriebsbedingungen ist, in welchen eine Niedriggeschwindigkeits-Ventileinstellung gewählt werden sollte. Somit wird gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren ein Versagen des V/T-Steuersystems auf Basis eines Werts des Korrekturkoeffizienten K_{O2} festgestellt, der in bezug auf jeden Zylinder berechnet wird.

Fig. 3 zeigt ein Programm, das bei einem Verfahren zum Detektieren eines Defekts des V/T-Steuersystems durch Verwendung der Luft/Kraftstoffverhältnis-Rückkopplungssteuerung verwendet wird. Dieses Programm wird nach Erzeugen jedes TDC-Signalimpulses und synchron zu diesem ausgeführt.

Zuerst wird bei einem Schritt 301 eine Verarbeitung (Verarbeitung A) ausgeführt, bei der Werte des Luft/Kraftstoffverhältnis-Rückkopplungs-Steuer-Korrekturkoeffizienten K_{O2}, der in bezug auf entsprechende Zylinder 1 bis 4 erhalten wird, verglichen werden. Die Verarbeitung A wird durch eine Subroutine ausgeführt, die in Fig. 4 gezeigt ist. Bei einem Schritt 401 wird festgestellt, ob ein Defekt in einem der O₂-Sensoren, die in den entsprechenden verzweigten Rohren 13₁ bis 13₄ der Auspuffleitung angebracht sind, vorliegt oder nicht.

Detektion eines Defekts des O_2 -Sensors wird ausgeführt z.B. durch Feststellen, ob der Korrekturkoeffizient K_{O_2} kontinuierlich einen Wert außerhalb eines oberen Limits oder eines unteren Limits eines Wertebereichs angenommen hat, der von einem normal funktionierenden O_2 -Sensor über eine vorbestimmte Zeitspanne hinweg angenommen werden kann.

Wenn die Antwort auf die Frage des Schrittes 401 bestätigend (Ja) ist, d.h., wenn festgestellt wird, daß mindestens einer der O_2 -Sensoren 15_1 bis 15_4 fehlerhaft ist, wird die vorliegende Subroutine sofort beendet. Wenn die Antwort negativ (Nein) ist, d.h., wenn festgestellt wird, daß alle O_2 -Sensoren 15_1 bis 15_4 normal funktionieren, wird ein Referenzwert auf der Basis der Werte des Korrekturkoeffizienten K_{O_2} der entsprechenden Zylinder festgestellt und ein Verhältnis δ jedes K_{O_2} -Wertes zum Referenzwert wird als ein Abweichungswert des K_{O_2} -Wertes des Zylinders (Schritt 402) berechnet. Vorzugsweise ist der Referenzwert ein Durchschnittswert der Werte des Korrekturkoeffizienten K_{O_2} der entsprechenden Zylinder.

Dann wird bei einem Schritt 403 festgestellt, ob es einen Zylinder gibt, in bezug auf welchen der Abweichungswert δ , der bei Schritt 402 berechnet wurde, einen vorbestimmten Wert A_1 (z.B. 8%) überschreitet.

Der vorbestimmte Wert A_1 wird festgestellt, indem die Unterschiede der Kraftstoffeinspritz-Mengencharakteristik zwischen den Kraftstoffeinspritzventilen 6 und Unterschiede bei der Stößeltoleranz zwischen z.B. den Einlaß- und Auslaßventilen berücksichtigt werden.

Wenn bei Schritt 403 festgestellt wird, daß Abweichungswerte δ aller Zylinder gleich oder niedriger als der vorbestimmte Wert A_1 sind, wird ein T_{FS1} -Abwärtszähler bei einem Schritt 404 auf einen vorbestimmten Wert zurückgesetzt und das V/T-Steuersystem wird als das Ergebnis der Verarbeitung A bei einem Schritt 405 als normal betrachtet werden, gefolgt von der Beendigung der vorliegenden Subroutine.

Wenn bei Schritt 403 festgestellt wird, daß ein Abweichungswert δ von einem der Zylinder den vorbestimmten Wert A_1 überschreitet und es somit in Betracht gezogen wird, daß ein Teil des V/T-Steuersystems entsprechend dem Zylinder mögli-

cherweise defekt ist, wird bei einem Schritt 406 festgestellt, ob der Zählerwert T_{FSI} des T_{FSI} -Abwärtszählers gleich Null ist.

Wenn die Antwort auf die Frage des Schrittes 406 negativ (Nein) ist, d.h., wenn festgestellt wird, daß keine vorbestimmte Zeitspanne vergangen ist, nachdem der Abweichungswert δ den vorbestimmten Wert A_1 überschritten hat, geht das Programm zu dem Schritt 405 weiter, wo das V/T-Steuersystem als normal betrachtet wird, gefolgt von der Beendigung des vorliegenden Programms.

Wenn die Antwort auf die Frage des Schrittes 406 bestätigend (Ja) ist, d.h., wenn festgestellt wird, daß die vorbestimmte Zeitspanne vergangen ist, nachdem die Abweichung δ den vorbestimmten Wert A_1 überschritten hat, wird bei einem Schritt 407 berücksichtigt, daß möglicherweise ein Defekt des V/T-Steuersystems vorliegt und dann wird bei einem Schritt 408 festgestellt, in bezug auf welchen Zylinder der Defekt des entsprechenden Teils des V/T-Steuersystems erfolgt haben könnte, gefolgt von der Beendigung der vorliegenden Subroutine.

In bezug wiederum auf Fig. 3, geht das Programm nach Ausführung der Verarbeitung A, wie oben beschrieben, zu einem Schritt 302 weiter, wo eine Verarbeitung (Verarbeitung B) ausgeführt wird zum Vergleichen eines Wertes des Korrekturkoeffizienten K_{O2} , der in bezug auf jeden Zylinder mit einem entsprechenden Korrekturkoeffizienten-Wert K_{REFFS} als Referenzwert zum Feststellen eines Defekts von einem Teil des V/T-Steuersystems entsprechend des Zylinders erhalten wurde. Die Korrekturkoeffizientenwerte K_{REFFS} sind Durchschnittswerte von Werten des Korrekturkoeffizienten K_{O2} , die während der Rückkopplungssteuerung in bezug auf jeden Zylinder erhalten wurden. Die Berechnungsgeschwindigkeit des Koeffizientenwerts K_{REFFS} ist geringer als die des bereits genannten Durchschnittswerts K_{REF} des Korrekturkoeffizienten K_{O2} , welcher bei der Luft/Kraftstoffverhältnis-Rückkopplungssteuerung selbst angewandt wird.

Wie oben beschrieben, bewirkt die Hochgeschwindigkeitsnocke 24 bei der Hochgeschwindigkeits-Ventileinstellung, daß die Schwinghebel 26, 28, 27 in Übereinstimmung arbeiten. Wenn jedoch der Umstellungszapfen 31 in dem Führungs durchgangsloch

39 gefangen und gehalten ist, arbeiten die Einlaßventile bei einer Hochgeschwindigkeits-Ventileinstellung, selbst wenn der Motor in einer Betriebsbedingung ist, in welcher die Niedriggeschwindigkeits-Ventileinstellung gewählt werden sollte. Als Ergebnis wird das Luft/Kraftstoffverhältnis in Abhängigkeit der Rotationsgeschwindigkeit N_e , bei der der Motor zu dem Zeitpunkt läuft, mager oder fett gemacht. Wenn z.B. die Ventileinstellung bei der Hochgeschwindigkeits-Ventileinstellung gehalten wird, dadurch, daß der Verbindungs-Umstellungsmechanismus 29 festgehalten wird, wenn der Motor in einer Betriebsbedingung ist, in der die Niedriggeschwindigkeits-Ventileinstellung gewählt werden sollte, schließen sich die Einlaßventile 30, nachdem der Kolben den unteren Totpunkt (UT) passiert hat und zu einem späteren Zeitpunkt als bei der Niedergeschwindigkeits-Ventileinstellung und deshalb wird eine große Menge an Ansaugluft, wenn sie einmal in die Verbrennungskammer in dem Zylinder gezogen wurde, zurück in das Ansaugrohr geblasen, so daß die Menge an Ansaugluft, die tatsächlich in die Verbrennungskammer aufgenommen wird, abnimmt. Als Folge wird, da die Kraftstoffeinspritzmenge dann von der ECU 5 auf einen Wert gesteuert wird, der für eine Niedergeschwindigkeits-Ventileinstellung geeignet ist, das Luft/Kraftstoff-Verhältnis angereichert und dementsprechend nimmt der Korrekturkoeffizient K_{O_2} schnell ab.

Deshalb kann durch Bereitstellen des Korrekturkoeffizientenwertes K_{REFFS} und Vergleichen des Korrekturkoeffizientenwertes K_{REFFS} mit dem Korrekturkoeffizienten K_{O_2} eine Abnormalität eines Teils des V/T-Steuersystems jedem Zylinder entsprechend detektiert werden.

Der Durchschnittswert K_{REF} wird durch die folgende Gleichung berechnet:

$$K_{REF} = K_{O_2P} \times (C_{REF}/A) + K_{REF}' \times (A - C_{REF})/A \dots \dots \dots (2)$$

wobei K_{O_2P} einen Wert von K_{O_2} , der kurz bevor oder sofort nach Ausführung der proportionalen Steuerung (P-Term-Steuerung) erhalten wurde, A eine durchschnittsbildende Konstante, C_{REF} ei-

ne experimentell erhaltene durchschnittsbildende Variable, die auf einen entsprechenden Wert zwischen 1 und A gesetzt wird, und K_{REF}' , einen Durchschnittswert (K_{REF}) von Werten des Koeffizienten K_{O_2} , die bis zu diesem Zeitpunkt durch einen vergangenen Betrieb des Motors erhalten und gespeichert wurden, darstellen.

Da das Verhältnis von K_{O_2P} zu K_{REF}' , das bei jeder Durchführung der P-Term-Steuerung angenommen wurde, von der Variablen C_{REF} abhängt, ist es möglich, das Maß der Präzision der Berechnung des Durchschnittswerts K_{REF} frei einzustellen, indem der C_{REF} -Wert auf einen Wert zwischen 1 und A gesetzt wird, der für die zu verwendende Art von Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Rückkopplungs-Steuersystem, Motor, u.s.w am besten geeignet ist.

Der Korrektur-Koeffizienten-Wert K_{REFFS} wird durch die folgende Gleichung (3) berechnet, in welcher eine durchschnittsbildende Variable C_{REFFS} verwendet wird, die kleiner als der Wert C_{REF} der obigen Gleichung (2) ist (z.B. 1/2 bis 1/4 von C_{REF}):

$$K_{REFFS} = K_{O_2P} \times (C_{REFFS}/A) + K_{REFFS}' \times (A - C_{REFFS})/A \dots \dots \dots (3)$$

wobei K_{REFFS} , ein Durchschnittswert (K_{REFFS}) von Werten des Koeffizienten K_{O_2} ist, die bis zu diesem Zeitpunkt durch einen früheren Betrieb des Motors erhalten und gespeichert wurden.

Verarbeitung B (Vergleich von K_{O_2} mit K_{REFFS} für jeden Zylinder) wird durch eine in Fig. 5 gezeigte Subroutine ausgeführt.

Zuerst wird bei einem Schritt 501 auf eine ähnliche Weise wie bei Schritt 401 in Fig. 4 festgestellt, ob in einem der O_2 -Sensoren ein Defekt vorliegt. Wenn die Antwort auf diese Frage bestätigend (Ja) ist, d.h., wenn festgestellt wird, daß mindestens ein O_2 -Sensor fehlerhaft ist, wird die vorliegende Subroutine sofort beendet.

Wenn auf der anderen Seite bei Schritt 501 festgestellt wird, daß alle O_2 -Sensoren normal funktionieren, geht das Programm weiter zu einem Schritt 502, wo festgestellt wird, ob

ein Kennzeichen F_{KFS} , das bei einem Schritt 506 oder einem Schritt 509, auf welche im folgenden bezug genommen wird, gesetzt ist, gleich 1 ist. Wenn die Antwort auf diese Frage bestätigend (Ja) ist, geht das Programm weiter zu einem Schritt 503, wo der Korrekturkoeffizientenwert K_{REFFS} durch die Gleichung (3) berechnet wird und dann geht das Programm weiter zu einem Schritt 504, wohingegen, wenn die Antwort auf die Frage des Schrittes 502 negativ (Nein) ist, das Programm zu Schritt 504 springt.

Bei Schritt 504 wird ein Wert K_{FS} zum Vergleichen von K_{O2} mit K_{REFFS} durch die folgende Gleichung berechnet:

$$K_{FS} = 100 \times (1 - K_{O2}/K_{REFFS}) \dots\dots\dots (4)$$

Bei dem folgenden Schritt 505 wird festgestellt, ob der Wert K_{FS} , der durch die obige Gleichung (4) erhalten wurde, größer ist als ein vorbestimmter Wert A_2 (z.B. 8%) oder nicht. Der vorbestimmte Wert A_2 wird aus demselben Grund wie der vorbestimmte Wert A_1 gesetzt.

Wenn die Antwort auf die Frage des Schrittes 505 negativ (Nein) ist, d.h., wenn festgestellt wird, daß der Wert K_{FS} gleich oder niedriger als der vorbestimmte Wert A_2 ist, wird das Kennzeichen F_{KFS} bei Schritt 506 auf 1 gesetzt und dann wird ein T_{FS2} -Abwärtszähler bei einem Schritt 507 auf einen vorbestimmten Wert gesetzt. Dann wird bei einem Schritt 508 angenommen, daß es möglich ist, daß das V/R-Steuersystem normal ist, gefolgt von der Beendigung der vorliegenden Subroutine.

Wenn auf der anderen Seite die Antwort auf die Frage des Schrittes 505 bestätigend (Ja) ist, d.h., wenn festgestellt wird, daß der Wert K_{FS} größer ist als der vorbestimmte Wert A_2 , wird das Kennzeichen F_{KFS} bei Schritt 509 auf Null gesetzt und dann geht das Programm zu einem Schritt 510 weiter, wo festgestellt wird, ob der Zählerwert des T_{FS2} -Abwärtszählers gleich Null ist oder nicht. Wenn die Antwort auf die Frage des Schrittes 510 negativ (Nein) ist, d.h., wenn festgestellt wird, daß keine vorbestimmte Zeitspanne vergangen ist, nachdem der Wert K_{FS} den vorbestimmten Wert A_2 überschritten hat, wird

bei Schritt 508 angenommen, daß es möglich ist, daß das V/T-Steuersystem normal ist, gefolgt von der Beendigung des vorliegenden Programms.

Wenn die Antwort auf die Frage des Schrittes 510 bestätigend (Ja) ist, d.h., wenn festgestellt wird, daß die vorbestimmte Zeitspanne vergangen ist, nachdem der Wert K_{FS} den vorbestimmten Wert A_2 überschritten hat, wird bei einem Schritt 511 angenommen, daß das V/T-Steuersystem fehlerhaft ist, gefolgt von der Beendigung der vorliegenden Subroutine.

In bezug wiederum auf Fig. 3 geht das Programm nach Ausführen der Verarbeitung B bei Schritt 302 zu einem Schritt 303 weiter, wo festgestellt wird, ob das Ergebnis der bei Schritt 301 durchgeföhrten Verarbeitung A eine Abnormalität des V/T-Steuersystems anzeigt oder nicht.

Wenn die Antwort auf die Frage des Schrittes 303 bestätigend (Ja) ist, d.h., wenn ein Wert von K_{O2} von einem der Zylinder von dem Durchschnittswert der K_{O2} -Werte der entsprechenden Zylinder um den vorbestimmten Wert A_1 oder mehr abweicht, wird bei einem Schritt 304 festgestellt, ob ein Teil des V/T-Steuersystems entsprechend dem Zylinder, in bezug auf welchen der Wert von K_{O2} wie oben beschrieben abweicht, auch von der Verarbeitung B als abnormal festgestellt wurde oder nicht.

Wenn die Antwort auf die Frage des Schrittes 304 bestätigend (Ja) ist, d.h., wenn es mindestens einen Zylinder gibt, in bezug auf welchen die Ergebnisse von Verarbeitung A als auch Verarbeitung B eine Abnormalität des entsprechenden Teils des V/T-Steuersystems anzeigen, wird bei einem Schritt 305 festgestellt, daß ein Defekt in dem V/T-Steuersystem vorliegt, gefolgt von der Beendigung des vorliegenden Programms.

Wenn auf der anderen Seite die Antwort auf die Frage des Schrittes 303 negativ (Nein) ist, d.h., wenn in bezug auf alle Zylinder die entsprechenden Werte des Korrekturkoeffizienten K_{O2} nicht von dem Durchschnittswert um den vorbestimmten Wert oder mehr abweichen, geht das Programm zu einem Schritt 306 weiter, wo festgestellt wird, ob das gesamte V/T-Steuersystem von der Verarbeitung B als abnormal festgestellt wurde oder nicht. Dieser Schritt wird ausgeführt, da, wenn die Verarbei-

tung A ausgeführt wird, wenn das gesamte V/T-Steuersystem für die Zylinder abnormal ist, der Abweichungswert δ jedes Zylinders wahrscheinlich nicht größer ist als der vorbestimmte Wert A_1 und somit ist es wahrscheinlich, daß die Zylinder als Ergebnis der Verarbeitung A als normal angesehen werden.

Wenn die Antwort auf die Frage des Schrittes 306 bestätigend (Ja) ist, d.h., wenn die Ergebnisse der Verarbeitung B anzeigen, daß das gesamte V/T-Steuersystem für die Zylinder abnormal ist, wird bei einem Schritt 305 festgestellt, daß das gesamte V/T-Steuersystem fehlerhaft ist, gefolgt von der Beendigung des vorliegenden Programms.

Wenn die Antwort auf die Frage des Schrittes 304 negativ (Nein) ist, d.h., wenn festgestellt wird, daß nur die Ergebnisse der Verarbeitung A eine Abnormalität eines Teils des V/T-Steuersystems anzeigen, kann nicht definitiv entschieden werden, daß ein Defekt in dem V/T-Steuersystem vorliegt, und deshalb geht das Programm zu einem Schritt 307 weiter, wo festgestellt wird, daß das V/T-Steuersystem normal ist, gefolgt von der Beendigung des vorliegenden Programms.

Wenn die Antwort auf die Frage des Schrittes 306 negativ (Nein) ist, d.h. nicht nur die Ergebnisse der Verarbeitung A sondern auch die Ergebnisse der Verarbeitung B zeigen, daß das gesamte V/T-Steuersystem für die Zylinder normal ist, geht das Programm zu Schritt 307 weiter, gefolgt von der Beendigung des vorliegenden Programms.

Fig. 6 zeigt Änderungen der Korrektur-Koeffizientenwerte K_{O_2} , K_{REF} und K_{REFFS} während der Steuerung der oben beschriebenen Ausführungsform im Falle, daß das Luft/Kraftstoffverhältnis aufgrund eines Defekts des V/T-Steuersystems angereichert wird.

Wenn, wie in der Figur gezeigt, ein Defekt in dem V/T-Steuersystem vorliegt, wenn die Betriebsbedingung des Motors von einem Betriebsbereich, in welchem die Hochgeschwindigkeits-Ventileinstellung gewählt werden soll, in einen Bereich schaltet, in welchem die Niedergeschwindigkeits-Ventileinstellung bei einem Zeitpunkt t_1 gewählt werden soll, sinkt der Wert von K_{O_2} schnell ab einem Zeitpunkt t_2 , bei welchem die ECU zuerst feststellt, daß das Luft/Kraftstoffgemisch angerei-

chert wurde. Dann überschreitet bei einem Zeitpunkt t_3 der Wert K_{FS} den vorbestimmten Wert A_2 und wenn dieser Zustand über die vorbestimmte Zeitspanne (t_3 bis t_4) hinweg angehalten hat, wird festgestellt, daß ein Defekt in dem V/T-Steuersystem vorliegt.

Obwohl bei der oben beschriebenen Ausführungsform der Erfindung eine Mehrzahl von O_2 -Sensoren in den entsprechenden verzweigten Rohren der Auspuffleitung vorgesehen sind, die zu den entsprechenden Zylindern führen, ist dies nicht einschränkend, sondern ein einzelner O_2 -Sensor kann in dem Auspuffrohr an einer Stelle stromabwärts der Auspuffleitung vorgesehen sein, um hierdurch durch Ausführen von nur der Verarbeitung B in Fig. 5 eine Abnormalität des V/T-Steuersystems u.s.w. festzustellen.

EPA 90 306 554.8-2301

EP 0 404 457

Honda Giken Kogyo Kabushiki Kaisha

P6438DE(EP)

Patentansprüche

1. Verfahren zum Detektieren eines Defekts eines Ventileinstellungs-Umstellungs-Steuersystems eines Verbrennungsmotors (1) mit mindestens einem Einlaßventil (30), mindestens einem Auslaßventil, einem Auspuffsystem (13), mindestens einem Abgasbestandteil-Konzentrationssensor (15_1-15_4), der in dem Auspuffsystem (13) zum Detektieren der Konzentration eines Abgasbestandteils angeordnet ist, und einer Steuereinrichtung (5) zum Steuern des Luft/Kraftstoffverhältnisses eines Luft/Kraftstoffgemisches, das an den Motor geliefert wird, auf einen gewünschten Wert in Art einer Rückkopplung durch die Verwendung eines Koeffizienten (KO_2), der in Reaktion auf ein Ausgangssignal des Abgasbestandteil-Konzentrationssensors (15_1-15_4) variiert wird, wobei das Ventileinstellungs-Umstellungs-Steuersystem (17, 18) die Ventileinstellung von mindestens einem des mindestens einen Einlaßventils (30) und des mindestens einen Auslaßventils in Reaktion auf ein Instruktionssignal zum Umstellen der Ventileinstellung in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen des Motors ändert, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

(1) Erhalten eines vorbestimmten Werts des Koeffizienten (KO_2) durch Addieren von vorbestimmten Teilen von Werten des Koeffizienten, die während der Steuerung des Luft/Kraftstoffverhältnisses durch Rückkopplung erhalten wurden, wobei ein erster gelernter Wert (KREF) auf

der Basis von Werten des Koeffizienten berechnet wird, die während der Steuerung des Luft/Kraftstoffverhältnisses durch Rückkopplung erhalten wurden, wobei der erste gelernte Wert als ein Anfangswert des Koeffizienten verwendet wird, wenn die Steuerung des Luft/Kraftstoffverhältnisses durch Rückkopplung gestartet wird; und ein zweiter gelernter Wert (KREFFS) wird auf der Basis von Werten des Koeffizienten, die während der Steuerung des Luft/Kraftstoffverhältnisses durch Rückkopplung mit einer Berechnungsgeschwindigkeit berechnet, die langsamer ist als eine für die Berechnung des ersten gelernten Werts (KREF) verwendete Geschwindigkeit, wobei der zweite gelernte Wert (KREFFS) als der genannte erhaltene vorbestimmte Wert angenommen wird;

(2) vergleichen eines vorliegenden Werts des Koeffizienten mit dem erhaltenen vorbestimmten Wert sofort nachdem das Instruktionssignal ausgegeben wurde; und

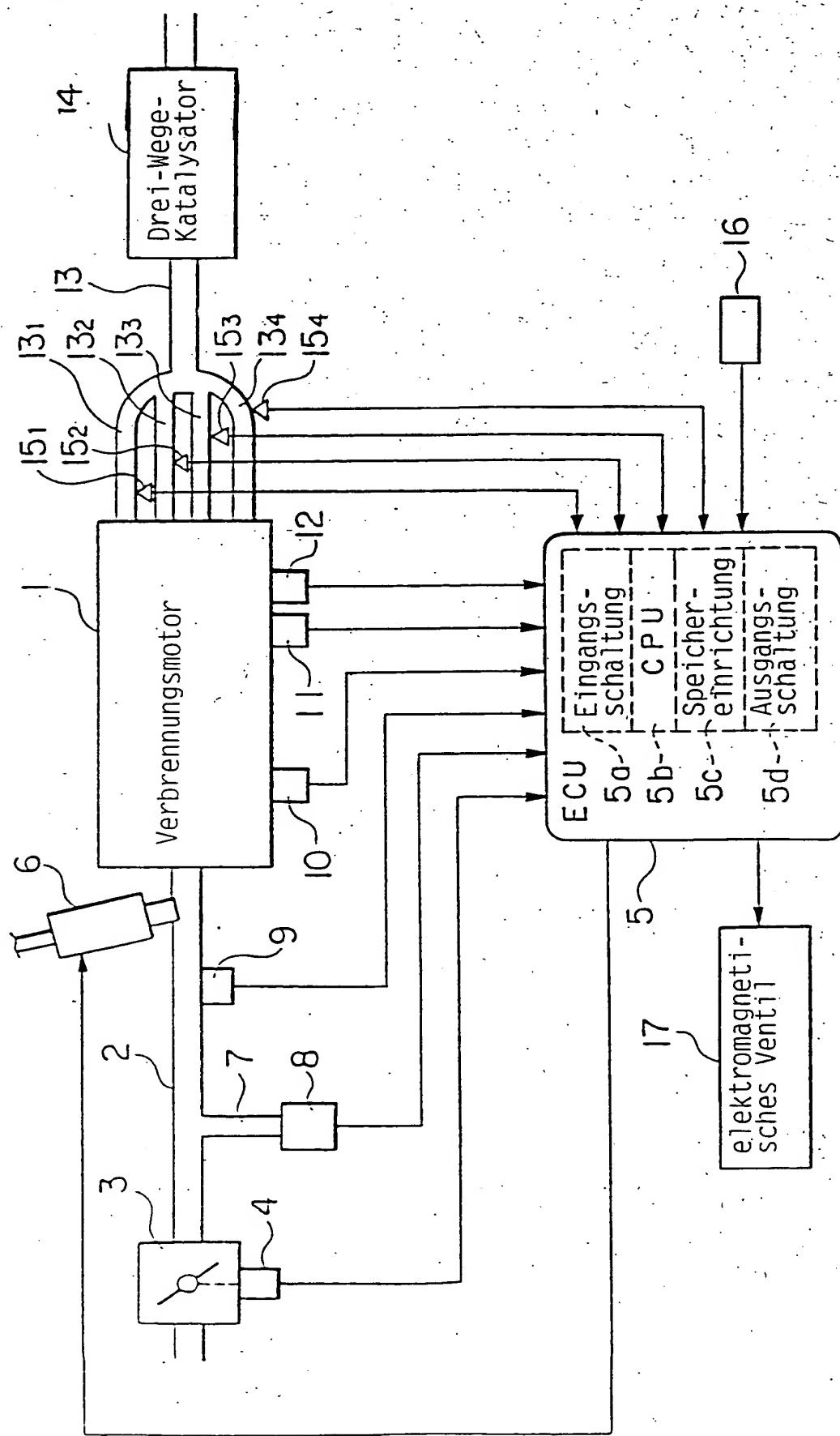
(3) Ermitteln aus dem Ergebnis des Vergleichs, ob ein Defekt in dem Ventil-Zeitmessungs-Umstellungs-Steuersystem vorliegt, wobei bestimmt wird, daß ein Defekt in dem Ventileinstellungs-Umstellungssteuersystem vorliegt, wenn ein Unterschied zwischen dem vorliegenden Wert des Koeffizienten und dem erhaltenen vorbestimmten Wert größer ist als ein vorbestimmter Wert (A2).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei festgestellt wird, daß ein Defekt in dem Ventil-Zeitmessungs-Umstellungs-Steuersystem vorliegt, wenn ein Unterschied zwischen dem vorliegenden Wert und dem erhaltenen vorbestimmten Wert über eine vorbestimmte Zeitperiode hinweg ständig größer ist als ein vorbestimmter Wert.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der erhaltene vorbestimmte Wert des Koeffizienten ein Durchschnittswert der Werte des Koeffizienten ist, die während der Steuerung des Luft/Kraftstoffverhältnisses durch Rückkopplung erhalten wurden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Verbrennungsmotor eine Mehrzahl von Zylindern (#1-#4), ein Auspuffsystem, eine Mehrzahl von Abgasbestandteil-Konzentrationssensoren (1_1-1_4), die in dem Auspuffsystem für die entsprechenden Zylinder zum Detektieren einer Konzentration eines Abgasbestandteils für jeden der Zylinder angeordnet sind, und eine Steuereinrichtung (5) aufweist, um das Luft/Kraftstoffverhältnis eines Luft/Kraftstoffgemisches, das an jeden der Zylinder geliefert wird, durch Rückkopplung durch Verwendung von Koeffizienten, die in Reaktion auf ein Ausgangssignal von jedem der Abgasbestandteil-Konzentrationssensoren variiert werden, auf einen gewünschten Wert zu steuern, wobei das Verfahren weiterhin die folgenden Schritte aufweist:
 - (4) Feststellen, ob ein vorliegender Wert jedes der Koeffizienten, der in bezug auf jeden der Zylinder in Reaktion auf ein Ausgangssignal jedes der Abgasbestandteil-Konzentrationssensoren entsprechend jedem der Zylinder erhalten wurde, außerhalb eines vorbestimmten Abweichungsbereichs von Werten des Koeffizienten von einem Referenzwert liegt, wobei die Abweichung aus Unterschieden in Charakteristiken zwischen den Zylindern resultiert; und

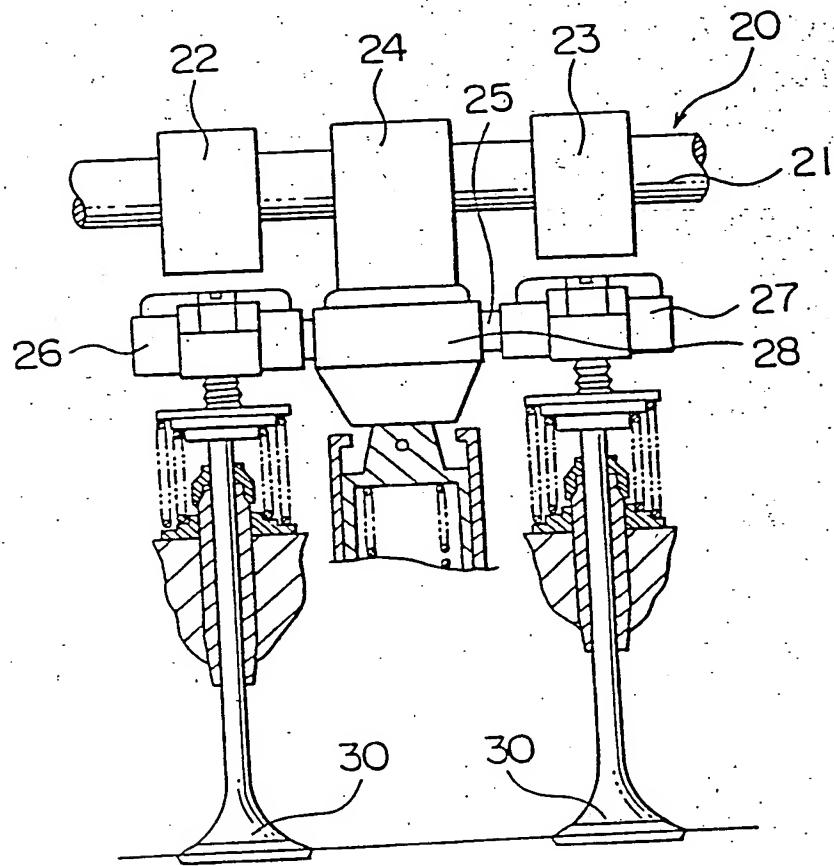
- (5) Feststellen, daß eine Möglichkeit eines Defekts bei einem Teil eines Ventileinstellungs-Umstellungssteuersystems entsprechend jedem der Zylinder besteht, wenn der vorliegende Wert des Koeffizienten außerhalb des vorbestimmten Abweichungsbereichs liegt, wobei die Schritte (4) und (5) vor der Ausführung der Schritte (1) bis (3) ausgeführt werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wo bei der Verbrennungsmotor eine Mehrzahl von Zylindern (#1-#4), ein Auspuffsystem (13), eine Mehrzahl von Abgasbestandteil-Konzentrationssensoren (15_1-15_4), die in dem Auspuffsystem für die entsprechenden Zylinder angeordnet sind, um eine Konzentration eines Abgasbestandteils für jeden der Zylinder festzustellen, und eine Steuereinrichtung (5) aufweist, um das Luft/Kraftstoffverhältnis eines Luft/Kraftstoffgemisches, das an jeden der Zylinder geliefert wird, durch Rückkopplung durch die Verwendung von Koeffizienten, die in Reaktion auf ein Ausgangssignal von jedem der Abgasbestandteil-Konzentrationssensoren variiert werden, auf einen gewünschten Wert zu steuern, wobei Schritt (1) das Erhalten eines vorbestimmten Werts jedes der Koeffizienten in bezug auf jeden der Zylinder auf der Basis von Werten von jedem der Koeffizienten, die während der Steuerung des Luft/Kraftstoffverhältnisses durch Rückkopplung erhalten wurden, und Schritt (2) das Vergleichen eines vorliegenden Werts jedes der in bezug auf jeden der Zylinder erhaltenen Koeffizienten mit dem erhaltenen vorbestimmten Wert jedes der Koeffizienten sofort nachdem das Instruktionsignal ausgegeben wurde, umfaßt.

FIG. 1



2/7

FIG. 2a



3/7

FIG. 2b

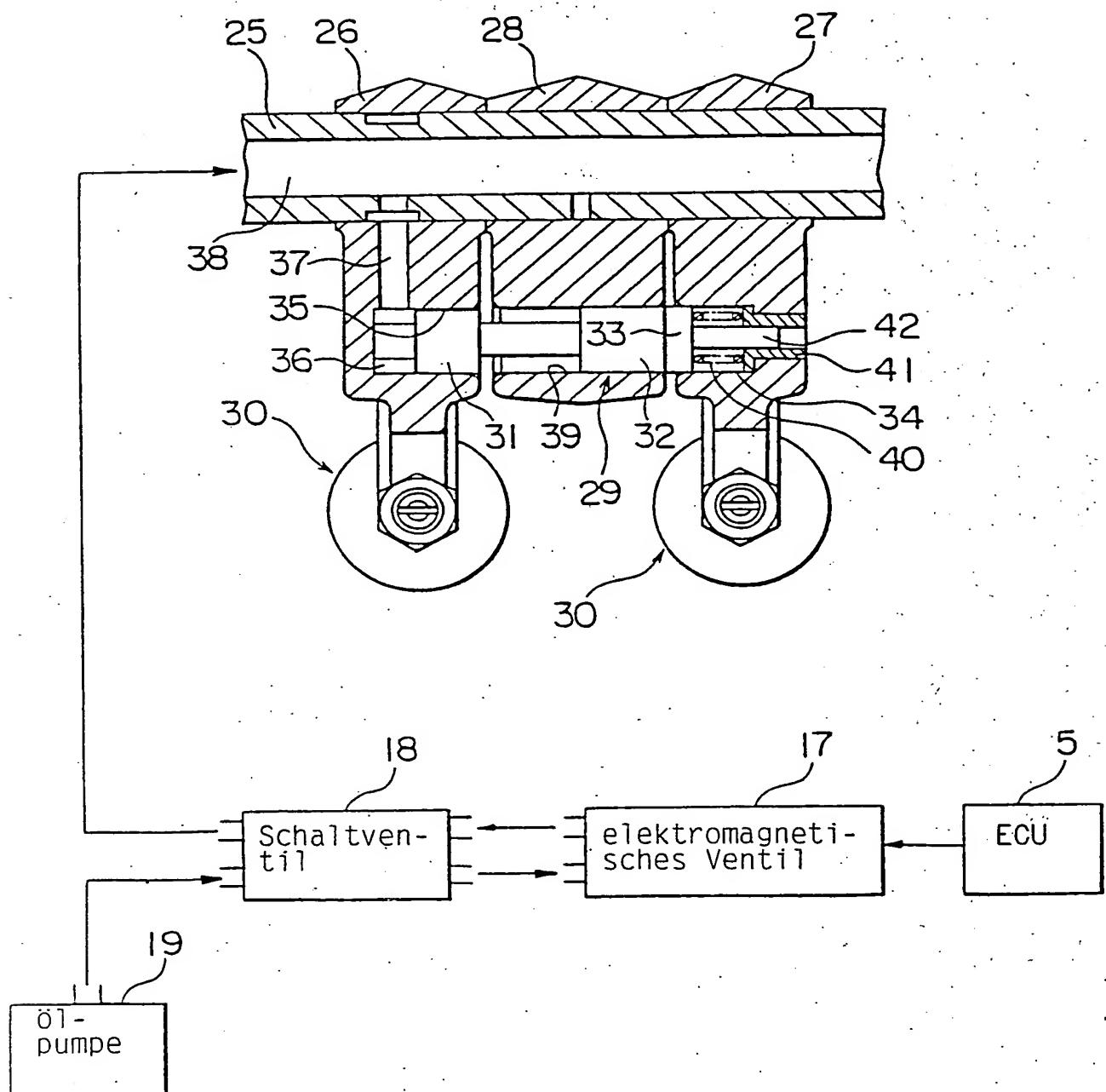


FIG. 3

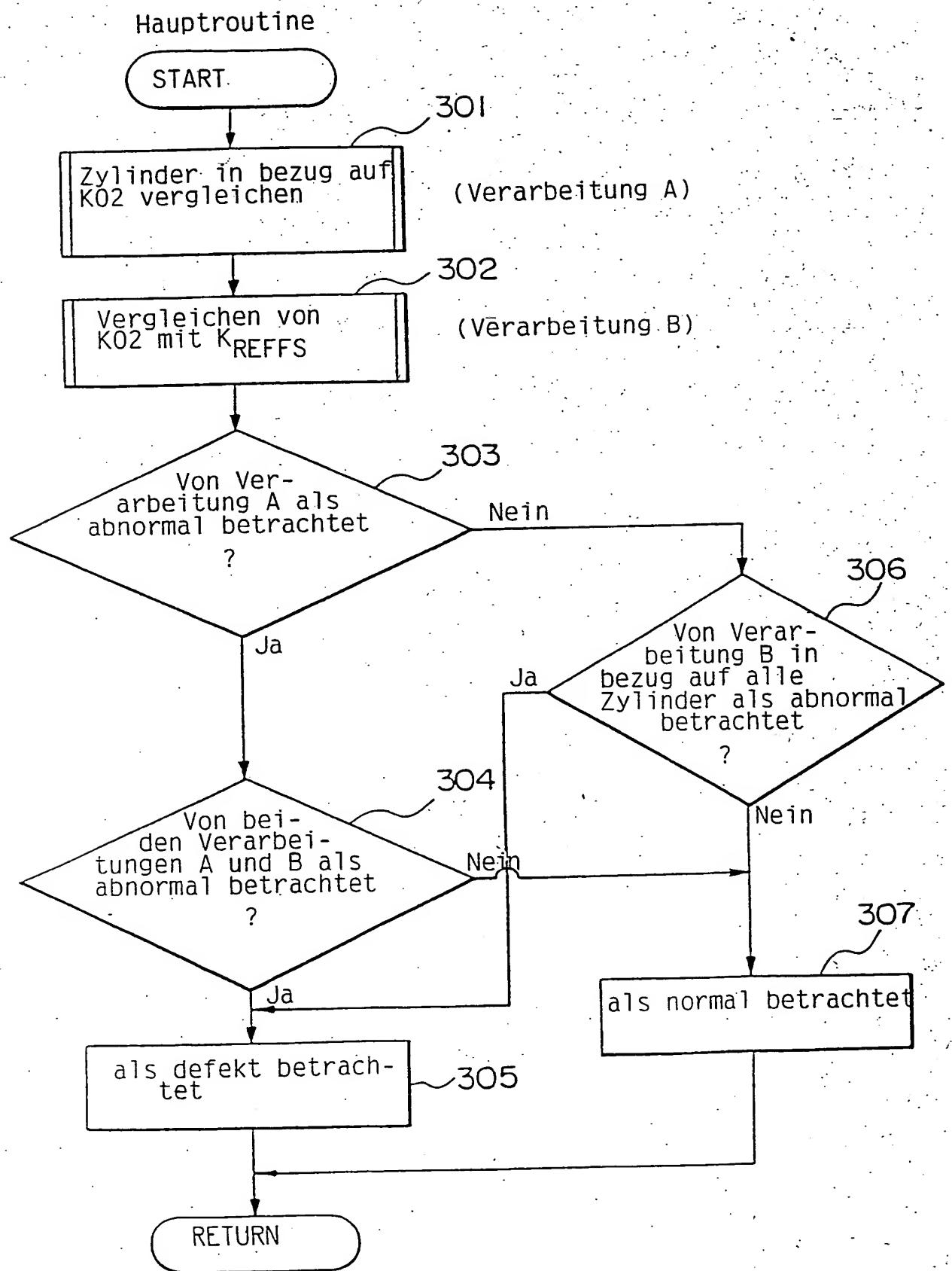


FIG. 4

Subroutine der Verarbeitung A

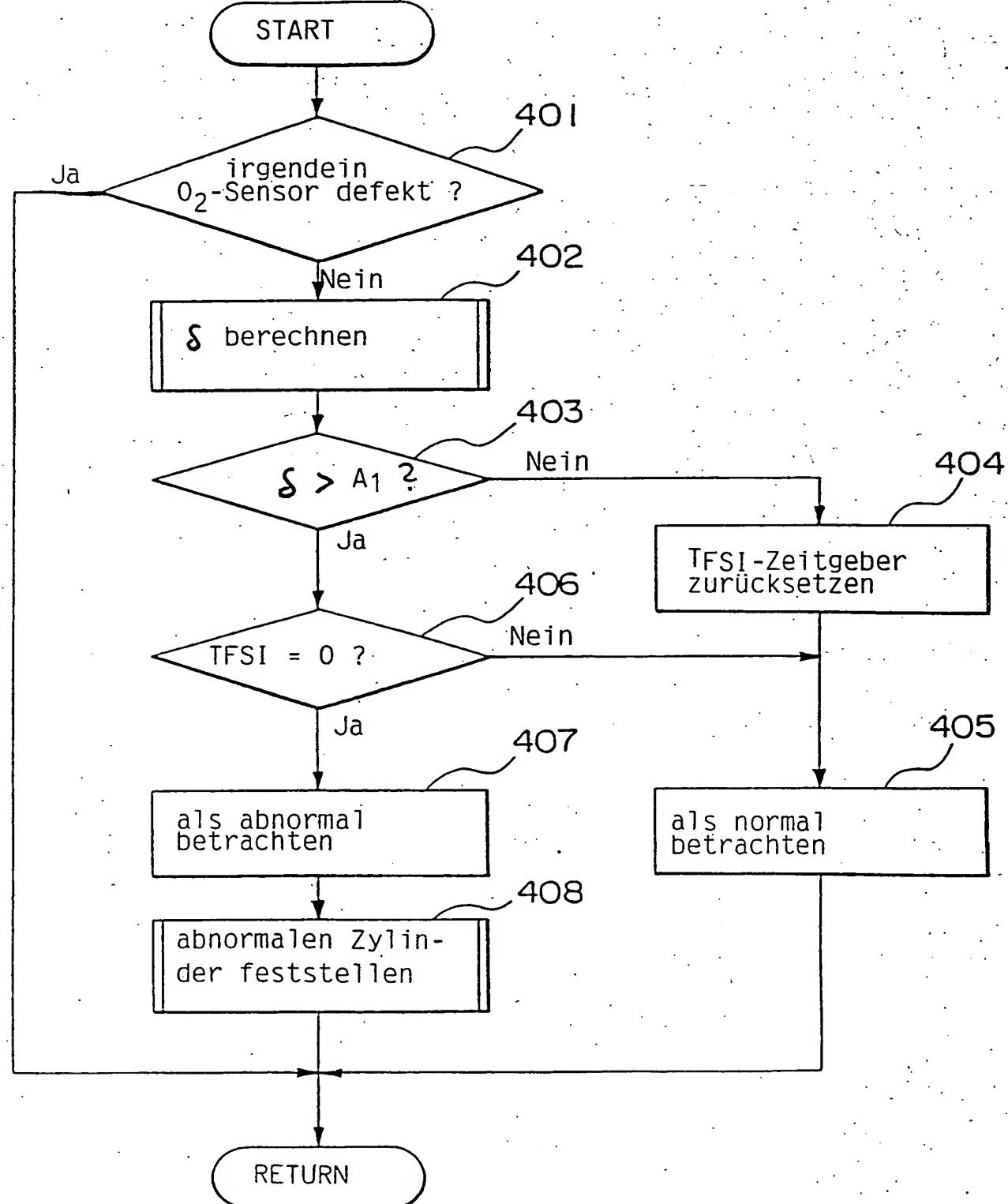


FIG. 5

Subroutine der Verarbeitung B

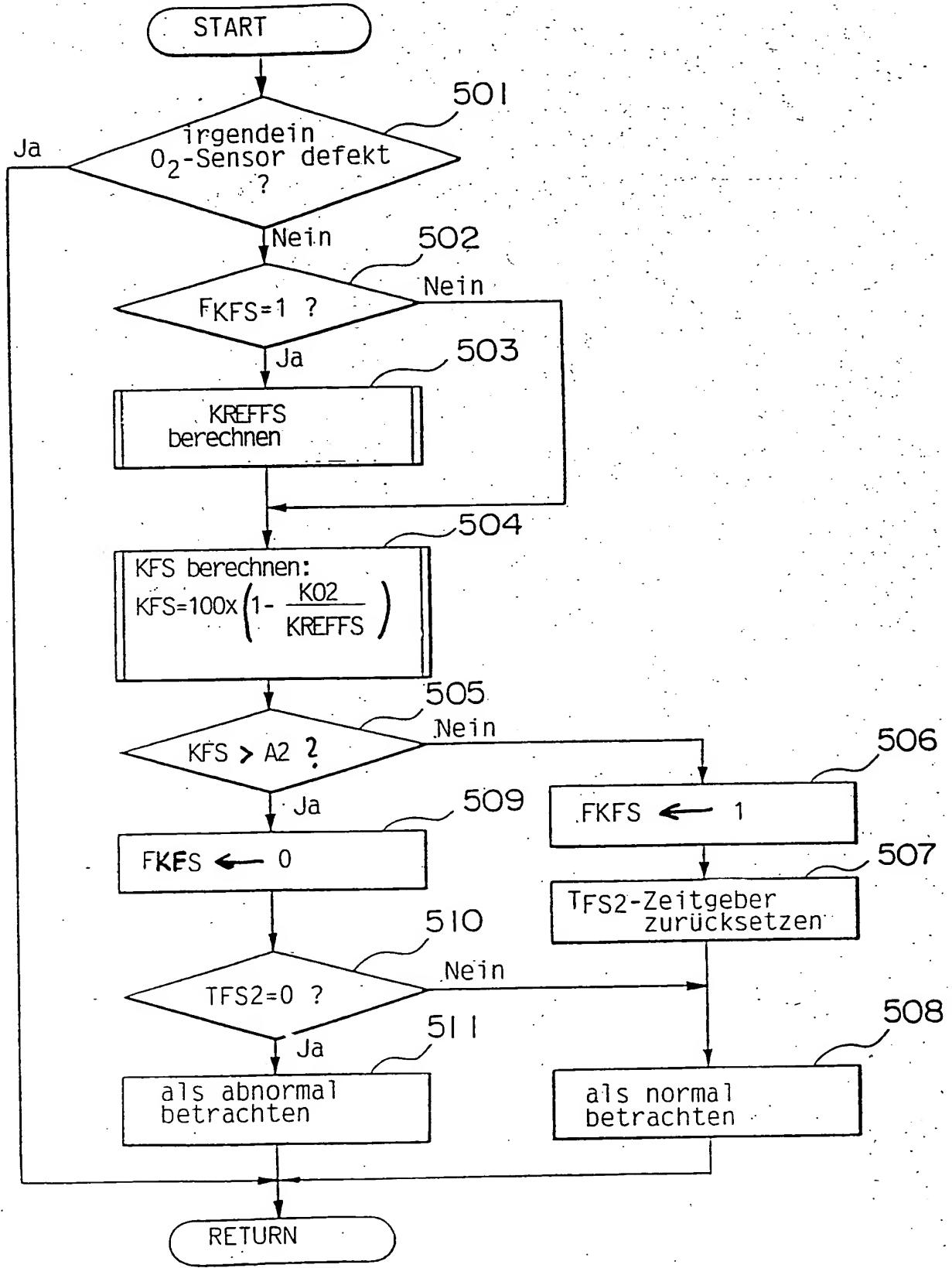
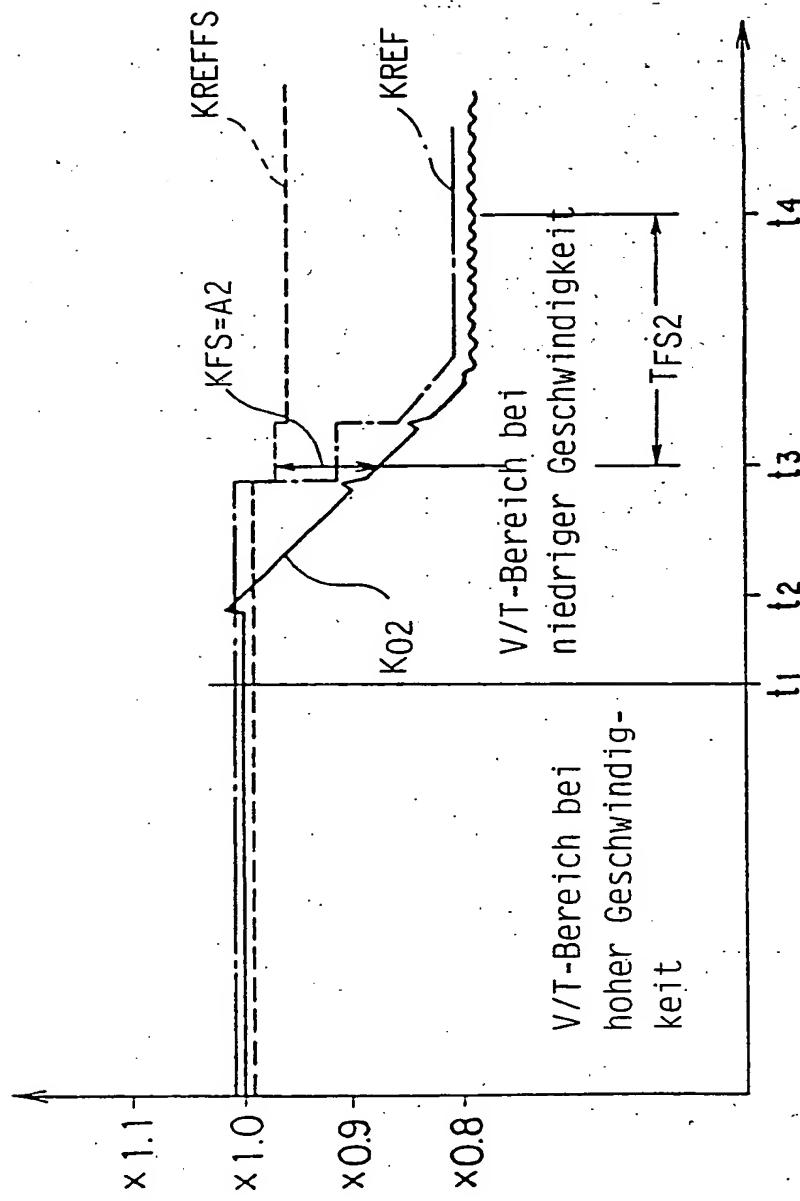


FIG. 6



Wert der Korrektur-Koeffizienten

